DOI: 10.22092/spj.2023.362366.1310

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۸، شماره ۴، سال ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی برگ و عملکرد دو رقم پسته (*Pistacia vera* L.) اکبری و برگ سیاه

Effect of Rootstock on Leaf Nutrients Concentration and Yield of Two Pistachio (*Pistacia vera* L.) Cultivars Akbari and Barg Siah

عبدالحمید شرافتی[1] و مهرنوش اسکندری تربقان[2]*

۱- مربی، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۲- پژوهشگر، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۹

چکیده

شرافتی، ع. و اسکندری تربقان، م. ۱۴۰۱. اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی برگ و عملکرد دو رقم پسته (*Pistachio vera L.*) اکبری و برگ سیاه. **مجله نهال و بذر ۳۸: ۴۹۶-۴۷۳**

انتخاب پایه مناسب و رقم پربازده از اصول اولیه احداث باغ پسته است. هدف از این پژوهش بررسی اثر پایه‌های متعلق به‌گونه *Pistacia vera* L. بر غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد دو رقم پسته بود. این پژوهش با استفاده از شش پایه پسته اکبری، بادامی سفید فیض‌آباد، بادامی زرند، برگ‌سیاه، کله‌قوچی و سرخس و دو رقم اکبری و برگ‌سیاه به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) در ایستگاه تحقیقات پسته خراسان رضوی اجرا شد. نتایج نشان داد که نوع پایه بر غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و بور در برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. پایه سرخس، موجب بیشترین غلظت مس و کم‌ترین غلظت بور در برگ شد. همچنین پایه‌های اکبری و سرخس با ۰/۰۶۳ و ۰/۰۶۹ کم‌ترین و پایه بادامی سفید فیض‌آباد با ۰/۱۲۶ بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم برگ را داشتند. ترکیب پیوندی پایه برگ سیاه و رقم اکبری، دارای بیشترین غلظت بور در برگ (۸/۳۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و رقم اکبری روی پایه سرخس، کمترین غلظت بور در برگ (۲۲۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. پایه سرخس و برگ سیاه با ۹/۵۸ و ۳/۳۳ کیلوگرم در درخت به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر بر عملکرد پسته تر را داشتند. همچنین رقم اکبری روی پایه سرخس بیشترین تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی را داشت و با ۱۱/۹۲ کیلوگرم دردرخت بیشترین عملکرد پسته تر را دارا بود. در مجموع رقم اکبری روی پایه سرخس دارای بیشترین کارایی ترکیب پایه- پیوندک بود.

کلید واژه‌ها: پسته، رقم اکبری، بور، منگنز، فسفر، پتاس.

* نگارنده مسئول: mehrnoosh.eskandary@gmail.com تلفن: ۰۵۱۵۵۲۲۴۰۸۸

مقدمه

سطح زیرکشت باغات پسته (*Pistacia vera* L.) شامل باغ‌های بارده و غیربارده در ایران بیش از ۵۱۲ هزار هکتار برآورد شده است (Anonymous, 2021). به‌دلیل اینکه تنوع ژنتیکی بسیار بالای ارقام و ژنوتیپ‌های گونهٔ اهلی پسته (*P. vera* L.) در ایران، در هر یک از مناطق عمده پسته‌کاری باغداران از ارقام بومی بیشتر به‌عنوان پایه استفاده می‌کنند. پایه‌های مورد استفاد در باغ‌های پسته کشور از نوع بذری بوده و در بیش از ۹۵ درصد باغ‌های پسته موجود از پایه گونه اهلی استفاده شده است (Esmail Pour *et al.*,2021).

مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با ارزیابی خصوصیات ارقام پسته، تأثیر نوع پایه در بروز صفات مختلف بر ارقام پیوندشده و انتخاب بهترین ترکیب پیوندی انجام شده است. شرافتی و همکاران (Sherafati *et al.*,2013) گزارش کردندکه ارقام بادامی سفید فیض‌آباد، اکبری، برگ‌سیاه و پسته‌گرمه از سازگاری و عملکرد بیشتری نسبت به ارقام دانشمندی، ممتاز، عباسعلی، فندقی و شاه‌پسند در خراسان رضوی برخوردار بودند. نتایج مطالعه انجام شده بر روی ۱۱ ژنوتیپ در کلکسیون ارقام پسته استان خراسان رضوی نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۵ و۶ با دارا بودن فاصله ژنتیکی مناسب و شاخصه‌های مطلوبی نظیر وزن خالص میوه، درصد کلسیم و محتوای چربی و پروتئین، قابلیت ورود به برنامه‌های به‌نژادی پسته را داشتند (Zabihi and Sherafati, 2013).

بلندنظر (Bolandnazar *et al.*,2009) با ارزیابی ۱۰ رقم پسته کله‌قوچی، اکبری، اوحدی، ممتاز، رضایی، رضایی زودرس، فندقی‌زودرس، فندقی غفوری، بادامی زودرس و چروک، در منطقه آذرشهر استان آذربایجان شرقی مورد ارزیابی گزارش کردند که بیشترین وزن خشک پسته در رقم ممتاز و بالاترین درصد پوکی در رقم فندقی زودرس بود. نجفی و طاهری (Najafi and Taheri, 2015) در مطالعه‌ای که در منطقه ماهنشان استان زنجان بر روی ارقام احمدآقایی، اوحدی، بادامی زودرس، کله‌قوچی و ممتاز انجام شد، گزارش کردند که رقم احمدآقایی بیشترین و رقم اوحدی کمترین درصد خندانی را داشتند. آنها به صفات مهم دیگر مانند درصد پسته‌های ناخندان اشاره کردند و بیان داشتند که درصد ناخندانی در رقم کله‌قوچی بیشترین و در رقم احمدآقایی کمترین بود.

در ارتباط با اثر پایه و رقم نیز مطالعاتی انجام شده است که می‌توان به تأثیر سه پایهٔ بادامی،سرخس و گونهٔ بنه بر میزان عناصر غذایی برگ و مغز در ارقام کله‌قوچی، احمدآقایی و اوحدی اشاره کرد (Tavallali and Rahemi, 2007). نتایج نشان داد که میزان عناصر مس و آهن در برگ و عناصر پتاسیم، فسفر، منیزیم، مس و آهن در مغز

ارقام پیوند شده بر روی پایهٔ سرخس بیشترین بود (Tavallali and Rahemi, 2007). اسماعیل‌پور (Esmail Pour, 2000) بیشترین مقدار محصول تر و خشک را در پایهٔ متعلق به گونه اهلی پسته (*P.vera* L.) گزارش کرد و اعلام کرد که پایه‌های سرخس و بنه در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. پایه اهلی و رقم احمدآقایی بیشترین محصول را تولید کردند و ارقام اوحدی و کله‌قوچی روی پایه‌های بنه و سرخس بیشترین درصد پوکی را داشتند.

بررسی منابع نشان داد که در بسیاری از کشورهای تولید کننده پسته از گونه‌های مختلف جنس پسته (*Pistacia*) به‌عنوان پایه استفاده شده است. به‌عنوان مثال: در یونان از گونه فلسطینی (*P. Palaestina*)، در آمریکا از گونه‌های تریبینتوس (*P. terebinthus*) و آتلانتیکا (*P. atlantica*) و تلاقی بین گونه‌ای آن‌ها، در پسته‌کاری‌های دیم ترکیه از گونه خینجوک (*P. khinjuk*) و در ایران بیشتر از ارقام پسته اهلی به‌عنوان پایه استفاده شده است (Atli and Kaska 2001; Esmail Pour *et al.*, 2021).

اثر سه پایهٔ اهلی (*P. vera*)، خینجوک و آتلانتیکا بر صفات رویشی دو رقم سیرت (Sirrt) و کرمزی (Kirmizi) در ایستگاه تحقیقات قازیانتپ (Gaziantep) ترکیه بررسی شد و نتایج نشان داد که بیشترین رشد رویشی شاخه سال‌جاری، قطر ساقه و قطر پایه مربوط به رقم کرمزی روی پایهٔ آتلانتیکا بود و در رقم سیرت بیشترین قطر پایه، قطر ساقه و رشد رویشی فصل جاری از پیوند روی پایهٔ خینجوک حاصل شد (AK and Turker, 2005). در مطالعه دیگری از سه گونه اهلی، خینجوک و آتلانتیکا به عنوان پایه به‌منظور بررسی عملکرد ارقام سیرت، کرمزی، ازون (Uzun)، حلبی (Halabi) و اوحدی (Ohadi) استفاده شد. نتایج نشان داد که پایهٔ اهلی موجب کمترین عملکرد در ارقام مختلف شد و دو پایهٔ دیگر ضمن اینکه تولید بیشتری نسبت به پایه اهلی داشتند، تقریباً با یکدیگر مشابه بودند. دو رقم سیرت و اوحدی نسبت‌به سایر ارقام عملکرد بیشتری داشتند، اما بین آنها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (Ulusarac and Karaca, 1995).

با توجه به گسترش باغ‌های پسته در ایران و تنوع ژنتیکی بسیار زیاد ارقام متعلق به گونه پسته اهلی، هدف از این پژوهش بررسی اثر شش رقم بومی و تجاری پسته شامل اکبری، بادامی سفید فیض‌آباد، بادامی زرند، برگ سیاه، کله‌قوچی و سرخس به‌عنوان پایه بر غلظت عناصرغذایی برگ و عملکرد دو رقم پسته اکبری (رقم تجاری) و برگ‌سیاه (رقم بومی خراسان) به‌عنوان رقم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات پسته

فیض‌آباد خراسان رضوی در ″۱۵ ′۵۴ °۳۴ عرض شمالی و ″۳۷ ′۴۵ °۵۸ طول شرقی، با ارتفاع ۸۹۰ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی و تبخیر سالانه در دوره آماری (۱۰ ساله) به‌ترتیب برابر با ۱۲۷/۸ و ۲۴۵۳/۸ میلی‌متر، دارای آب و هوای گرم و خشک، بافت خاک لوم رسی شنی و شور (جدول ۱) اجرا شد. در این پژوهش شش رقم پسته متعلق به گونه اهلی (*P. vera* L.) شامل اکبری، بادامی سفید فیض‌آباد، بادامی زرند، برگ‌سیاه، کله‌قوچی و سرخس به‌عنوان پایه (کرت های اصلی) و دو رقم اکبری و برگ‌سیاه به عنوان رقم (کرت های فرعی) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. درختان در شروع آزمایش ۱۶ ساله بودند، که با فاصله سه متر روی ردیف و پنج متر بین ردیف (۵ × ۳) کاشت شده بودند. مدیریت باغ در طول اجرای آزمایش یکسان بود و درختان با هر ۲۰ روز یکبار و با آب با شوری ۱۶/۲ دسی‌زیمنس‌برمتر (جدول ۲) آبیاری شدند.

برای تعیین غلظت عناصر غذایی برگ، از هر درخت تعداد ۲۰ عدد برگ از قسمت وسط شاخه انتهایی غیر بارده رشد سال‌جاری تهیه شد و اندازه‌گیری عناصر غذایی پرمصرف اولیه (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) و عناصر پرمصرف ثانویه (کلسیم و منیزیم) و کم مصرف (منگنز، بور، مس، روی و آهن) و عناصر مهم موثر در شوری (سدیم و کلر) در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شد.

عناصرغذایی، بجز بور، به روش هضم تر توسط اسید پرکلریک و آب اکسیژنه در گیاه شامل نیتروژن به‌روش کجلدال (Emami, 1996)، فسفر به‌روش مولیبدات آمونیوم و رنگ‌سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (Richards, 1954)، پتاسیم به‌روش استات آمونیوم و اندازه‌گیری با دستگاه فلیم‌فتومتر در عصاره‌های گیاهی (Manteghi, 1968)، منیزیم (Emami, 1996) و سدیم با دستگاه فلیم‌فتومتر و کلر به‌روش تیتراسیون با نیترات نقره ۰/۰۲ نرمال در عصاره‌های گیاه (Rayan *et al*., 2001)، و عناصر کم‌مصرف آهن و روی، مس و منگنز با دستگاه جذب اتمی (Rayan *et al*., 2001) اندازه‌گیری شدند.

برای اندازگیری عنصر بور، ابتدا نمونه‌های برگ پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند تا رطوبت‌گیری شوند. سپس نمونه‌های مذکور آسیاب شده یک گرم از آنها به روش خاکستر خشک و انحلال در اسیدکلریدریک عصاره‌گیری گردید. در عصاره حاصل، اندازه‌گیری بور به روش آزومتین اچ و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر (Keren, 1996) انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد

Table 1. Some soil physicochemical properties of Feizabad pistachio research station

			درصد (%)					میلی گرم بر کیلوگرم mg kg^{-1}			میلی اکی والان در لیتر mEq L^{-1}		
عمق Depth	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS m^{-1})	اسیدیته pH	مواد خنثی شونده T.N. V.	کربن آلی O. C.	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	مجموع کلسیم و منیزیوم (Ca+Mg)2^{+}	سدیم Na^{+}	نسبت جذب سدیم SAR
0-50	37.70	7.5	12.3	0.31	49	32	19	0.028	6.4	183	128	233.5	29.2
50-100	46.40	7.5	16.4	0.22	51	26	23	0.020	1.2	257	156	290.9	32.9

EC = Electrical conductivity, T.N.V. = Total neutralizing value, O. C. = Organic carbon, N = Nitrogen, P = Phosphorous, K = Potassium, Ca= Calcium, Mg = Magnesium, Na, Sodium, SAR= Sodium adsorption ratio.

جدول۲- برخی ویژگی های شیمیایی آب آبیاری ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد

Table 2. Some chemical properties of irrigation water of Feizabad pistachio research station

		میلی اکی والان در لیتر mEq L^{-1}							
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS m^{-1})	اسیدیته pH	سدیم Na^{+}	منیزیوم Mg^{2+}	کلسیم Ca^{2+}	مجموع کلسیم و (Ca+Mg) $^{2+}$	کلر Cl^{-}	بی کربنات CO_3H^{-}	کربنات CO_3^{2-}	نسبت جذب سدیم SAR
16.25	7.3	93.9	20.3	36	56.3	135	3.1	0	17.7

EC = Electrical conductivity, Na = Sodium, Mg = Magnesium, Ca= Calcium, , Cl = Chlorine, SAR= Sodium adsorption ratio

برخـی صـفات شـامل: تعـداد جوانـه گـل (تعداد پنج شاخه انتهایی به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد جوانه گل تشکیل‌شـده و ریـزش‌کـرده شمارش و ثبت شـد)، عملکـرد (ابتـدا تعـداد ۱۰ خوشه به‌طور تصادفی از شاخه انتهـایی برداشـت شـد و بـرای محاسـبه عملکـرد تـر هـر درخـت کل محصول روی درخت برداشت و بـر حسـب کیلوگرم تـوزین شـد)، میـانگین تعـداد دانـه در خوشه (با شمارش تعداد کل دانه در ۱۰ خوشه)، وزن میوه تر (شمارش، توزین و میـانگین‌گیـری از ۱۰ دانـــه میـــوه تـــر)، تعیـــین و محاســـبه درصد میوه‌های پوک براساس وزن کـل میـوه، درصـد پوسـت سـبز (بـا جـدا نمـودن پوسـت سبز میـوه‌هـای رسـیده)، اونـس پسـته کـه پـس از خشـک نمـودن میـوه‌هـا، تعـداد دانـه در یک اونـس (۲۸/۳ گـرم) بدسـت آمـد، درصـد خنـدانی نیـز کـه بـا شـمارش ۱۰۰ عـدد دانـه پسـته انجـام شـد، و در نهایـت درصـد مغـز کـــه بـــا وزن مغـــز در ۱۰۰ گـــرم میـــوه خشـک محاسـبه و بـه عنـوان درصـد مغـز ثبـت گردید.

تجزیـــه واریـــانس داده هـــا بـــر اســـاس مـوازین طـرح کـرت‌هـای خـرد شـده در قالـب بلـوک‌هـای کامـل تصـادفی بـا سـه تکـرار و بـا استفاده از نرم افـزار آمـاری MSTAT-C انجـام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنـه‌ای دانکـن در سـطح احتمـال پـنج درصـد مقایسـه شدند.

نتایج و بحث

عناصر غذایی برگ

تجزیـه واریـانس مرکـب داده هـای نشـان داد که اثر سال بر غلظت کلیه عناصـر در بـرگ بجـز نیتـروژن، فسـفر و کلـر معنـی دار بـود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است درصد کلسیم برگ در سال اول ۲/۳۲۴ و در سـال دوم ۱/۷۸۹ میلی گرم بر کیلو گـرم بـود (جـدول ۳). مقدار بارندگی در سـال اول ۱۱۴ درصـد بیشـتر از سال دوم بودکه موجب تولیـد اسـیدکربنیک ضـعیف در خـاک شـد و موجـب آزادسـازی کلسـیم خـاک (Naghshineh Pour, 1989) و در نتیجـه احتمـالاً افـزایش جـذب آن توسـط گیاه در سـال اول شـد. کـه ایـن رونـد بـا توجـه بـه شـباهت یـونی، بـرای منیـزیم نیـز صـادق بود. همچنین آزادسازی بیشـتر کلسـیم و منیـزیم در خـاک و نیـز خـارج شـدن سـدیم از ناحیـه ریشـه توسـط آبشـویی بـه‌دلیـل بارنـدگی بیشـتر و پویایی بـالای سـدیم، احتمـالا موجـب کمتـر بـودن غلظـت سـدیم بـرگ در سـال اول شـد (جدول ۳).

افزایش بارندگی احتمالاً موجب تغییرات در شرایط اکسیداسیون و احیای خاک نیـز شـد. در نتیجه آهن، روی و مس در خـاک بـه فـرم احیـا درآمدنـد و بنـابراین جـذب آنهـا توسـط گیـاه افزایش یافت (جدول ۳). همچنین افـزایش ۱۱۴ درصـدی بارنـدگی محتـوای آهـک خـاک را تحت تاثیر قرار داد و غلظت بی‌کربنـات خـاک افزایش یافت (Acton, 2012) که این عاملی در

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سال بر غلظت عناصر غذایی برگ دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد در خراسان رضوی

Table 3. Mean comparison of the effect of year on nutrient concentration in leaf of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

سال	درصد نیتروژن	mg kg^{-1} میلی‌گرم در کیلوگرم											نسبت سدیم به پتاسیم
		فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم	کلر	آهن	منگنز	روی	مس	بور	
Year	N (%)	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Na: K ratio
2020	2.36	0.133	1.234b	2.324a	0.724a	0.089b	1.142	70.000b	43.917a	19.042b	6.667b	277.319b	0.074b
2021	2.00	0.127	1.410a	1.879b	0.618b	0.128a	1.069	175.528a	30.153b	28.111a	7.139a	289.347a	0.097a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan's Multiple Range Test.

N = Nitrogen, P = Phosphorous, K = Potassium, Ca = Calcium, Mg = Magnesium, Na = Sodium, Cl = Chlorine, Fe = Iron, Mg = Manganese, Zn = Zinc, Cu = Copper, B = Boron.

کـاهش جـذب روی و مـس در سـال دوم بود (جـدول ۳). بـین منگنـز بـا روی و مـس اثـر منفـی در جـذب وجـود دارد (Mulder,1954) که در نتیجه بـا افـزایش جـذب ایـن عناصـر در سال دوم، جذب منگنز کاهش یافت (جـدول۳). بـا توجـه بـه بارنـدگی بیشـتر در سـال اول و انحلال‌پذیری بسیار بالای بور (Berger,1949)، احتمـالا ایـن عنصـر از دسـترس ریشـه خـارج شـد. همچنـین آبیـاری بـا آب شـور ممکـن است موجب تجمع بور به شکل نمک سـدیمی در خـاک شـود (Nable *et al*.,1997). بـا کاهش pH خاک در شرایط پرباران (سـال اول) جـذب خـالص پتاسـیم نیـز بـه شـدت کـاهش یافـت (جـدول ۳). ایـن یافتـه بـا نتـایج طباطبـایی (Tabatabaei, 2013) مطابقـت داشت.

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد کـه اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، مس، بـور در بـرگ در سـطح احتمـال یـک درصـد معنـی دار بـود (جدول تجزیه واریانس نشان ارائه نشده اسـت). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هیچ یک از پایه‌ها نتوانستند بیشترین تأثیر را بر غلظـت کلیـه عناصـر غـذایی مـورد مطالعـه داشـته باشـند (جدول ۴). پایـه بـادامی زرنـد بـا ۲/۳۳ درصـد، بیشترین و پایه کله‌قوچی با ۲/۰۶ کمترین غلظت نیتروژن برگ را داشتند. شش پایه مـورد مطالعـه از نظر غلظت فسفر در برگ تفـاوت معنـی‌داری نداشتند (جدول ۴). در ارتباط با عنصـر پتاسـیم، مقایسه میـانگین هـا نشـان داد کـه پایـه سـرخس با ۱/۴۰ درصـد بیشـترین و پایـه اکبـری بـا ۱/۲۶ درصد حـداقل غلظـت پتاسیم بـرگ را داشـتند (جدول ۴). پایـه بـادامی سـفید بـا ۰/۱۳۸ و پایـه اکبری با ۰/۰۶۶ بـه ترتیـب بیشـترین و کمتـرین تأثیر را بر نسبت سدیم به پتاسـیم بـرگ داشـتند (جدول ۴).

بیشترین وکمترین غلظت کلسیم برگ مربـوط به پایه‌های بادامی زرند و برگ‌سیاه بـود (شـکل۱). پایه بادامی سـفید بـا ۱۲۹/۴بیشـترین و پایـه بـادامی زرنـد بـا ۱۱۴/۷ میلـی‌گـرم در کیلـوگرم کمتـرین غلظـت آهـن بـرگ را داشـتند (جـدول ۴). در مطالعـه‌ای در دوره پـس از پیونـد و قبـل از شـروع بـاردهی بـر روی شـش پایـه اکبـری، بـرگ‌سـیاه، بـادامی‌سـفید فـیض‌آبـاد، کلـه‌قـوچی، سـرخس و دانشـمندی و دو رقـم اکبـری و بـرگ‌سـیاه کـه روی آنهـا پیونـد شـده بودنـد، مشـخص شـد کـه پایـه‌هـای کلـه‌قـوچی بـا ۱۹۸/۷و دانشـمندی با ۱۵۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیـب بیشـترین و کمتـرین تـأثیر را بـر غلظـت آهـن بـرگ داشـتند (Sherafati and Hokmabadi, 2015). شش پایه مورد مطالعه از نظر غلظت منگنـز بـرگ تفـاوت معنـی‌داری نداشـتند (جـدول ۴). پایـه بـرگ‌سـیاه بـا ۲۵/۵ و پایـه بـادامی سـفید بـا ۲۱/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیـب بیشـترین و کمترین غلظت روی برگ را بـه خـود اختصـاص دادند.

جدول۴- مقایسه میانگین اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی برگ دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد در خراسان رضوی

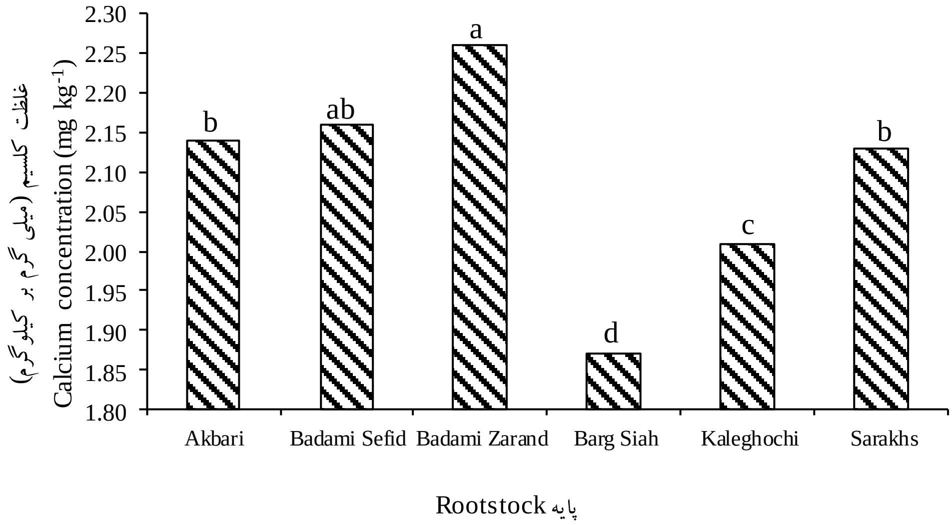
Table 4. Mean comparison of the effect of rootstock on nutrient concentration in leaf of two pistachio cultivar grafted on six pistachio rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

			mg kg^{-1} میلی‌گرم در کیلوگرم									
		درصد نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیوم	سدیم	کلر	آهن	منگنز	روی	مس	نسبت سدیم به پتاسیم
Rootstock	پایه	N (%)	P	K	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	Na: K ratio
Akbari	اکبری	2.13bcd	0.12	1.24b	0.72a	0.08c	1.05a	119.1bc	36.25	24.38ab	6.66b	0.066c
Badami Sefid	بادامی سفید	2.20bc	0.12	1.28ab	0.68ab	0.16a	1.06a	129.4a	37.50	21.25d	6.62b	0.138a
Badami Zarand	بادامی زرند	2.33a	0.13	1.35ab	0.66bc	0.10b	1.15a	114.7c	37.21	22.88c	6.20b	0.079b
Barg Siah	برگ‌سیاه	2.22b	0.12	1.30ab	0.68ab	0.09b	1.12a	119.4bc	37.33	25.50a	6.66b	0.077b
Kaleghochi	کله قوچی	2.06d	0.13	1.34ab	0.61c	0.10b	1.13a	128.8a	37.25	23.46bc	7.50a	0.079b
Sarakhs	سرخس	2.11cd	0.13	1.40a	0.64bc	0.09b	1.10a	125.3ab	36.67	24.00bc	7.75a	0.070bc

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan’s Multiple Range Test.

N = Nitrogen, P = Phosphorous, K = Potassium, Mg = Magnesium, Na = Sodium, Cl = Chlorine, Fe = Iron, Mg = Manganese, Zn = Zinc, Cu = Copper.



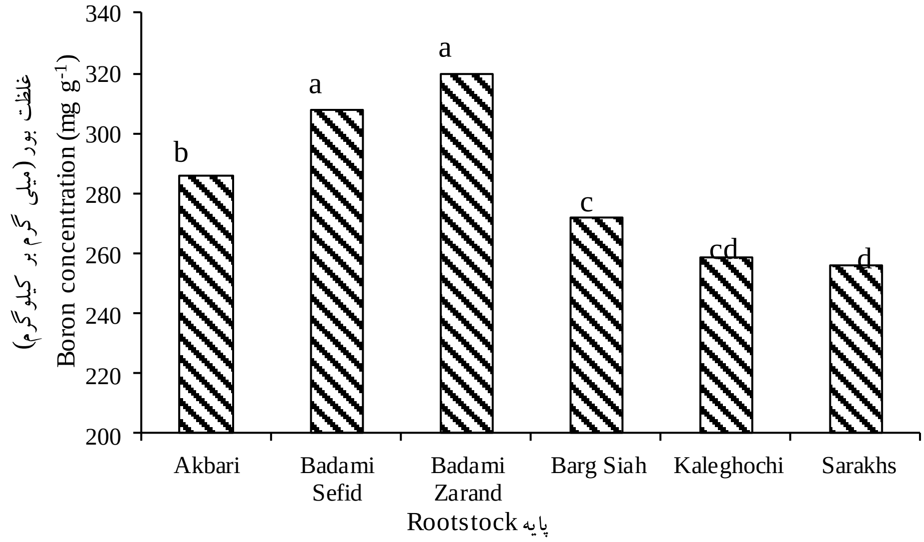
شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت کلسیم در برگ شش پایه پسته. میانگین هایی (ستون هایی) که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 1. Mean comparison of calcium concentration in leaf of six pistachio rootstocks. Means (Columns) with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test)

تفاوت غلظت بور در برگ در شش پایه حدود ۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ بود که پایه بادامی زرند با ۳۲۰ بیشترین و پایه سرخس با ۲۵۵/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین غلظت بور را در برگ داشتند (شکل۲).

در صنعت پسته کالیفرنیا، ارقام پسته گونه اهلی (*P. vera*) بر روی پنج پایه پیوند شدند که سه پایه از گونه‌های تربینتوس، آتلانتیکا و اینتگریما و دو تلاقی بین گونه‌ای بودند. پایه اینتگریما بیشترین و پایه UCBI کم‌ترین کارآیی را در جذب عنصر بور داشت؛ همچنین پایه‌های PGII و UCBI به‌ترتیب بیشترین و کمترین کارآیی را در جذب روی از خاک داشتند (Ulusarac and Karaca, 1995).

در مطالعه انجام شده توسط شرافتی و حکم آبادی (Sherafati and Hokmabadi,2015) به مدت چهار سال مشخص شد که در میان شش پایه مورد مطالعه، پایه اکبری بیشترین تأثیر را بر غلظت عناصر پر مصرف شامل منیزیم، کلسیم و فسفر داشت و پایه کله‌قوچی در جذب عناصر ریز مغذی شامل مس، آهن و منگنز برتر از سایر پایه ها بود. آنها گزارش کردند که پایه دانشمندی برای کلیه عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد مطالعه کم‌ترین تأثیر را بر غلظت عناصر غذایی برگ داشت. همچنین نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط توللی و راحمی (Tavallali and Rahemi, 2007)،



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت بور در برگ شش پایه پسته. میانگین هایی (ستون هایی) که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 2. Mean comparison of calcium concentration in leaf of six pistachio rootstocks. Means (Columns) with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test

فرگوسن (Ferguson, 1995) و بارون و همکاران (Barone *et al*.,1998) نیز گویای این حقیقت بود که هیچ‌کدام از پایه‌های مورد بررسی توسط آنها نتوانستند برای غلظت کلیه عناصر غذایی مورد مطالعه در برگ، در بالاترین سطح قرار گیرند.

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان دادکه ارقام پسته از نظر غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم، منیزیم، سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، بور در برگ در سطح احتمال یک درصد و از نظر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین ها نشان داد که بجز پتاسیم و کلر، تفاوت غلظت سایر عناصر غذایی در برگ دو رقم پسته اکبری و برگ سیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول۵). رقم اکبری بیشترین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و بور و کم‌ترین غلظت از سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در برگ را به خود اختصاص داد (جدول۵). شرافتی و حکم آبادی (Sherafati and Hokmabadi, 2015) نشان دادند که رقم اکبری دارای بالاترین پتانسیل جذب عناصر غذایی بود و به‌عنوان رقم مناسب نیز شرایط

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی برگ دو رقم پسته پیوند شده بر روی شش پایه در شرایط اقلیمی فیض آباد درخراسان رضوی سال های

Table 5. Mean comparison of nutrient concentration in leaf of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

			mg kg^{-1} میلی گرم در کیلوگرم										
Cultivar	رقم	درصد نیتروژن N (%)	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	کلر Cl	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	بور B	نسبت سدیم به پتاسیم Na: K ratio
Akbari	اکبری	2.281a	0.134a	1.311	2.222a	0.700a	0.091b	1.086a	124.931a	39.542a	22.944b	6.583b	300.986a	0.069b
Barg Siah	برگ سیاه	2.081b	0.127b	1.333	1.980b	0.641b	0.127a	1.124a	120.597b	34.528b	24.208a	7.222a	265.681b	0.095a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan's Multiple Range Test.

N = Nitrogen, P = Phosphorous, K = Potassium, Ca = Calcium, Mg = Magnesium, Na = Sodium, Cl = Chlorine, Fe = Iron, Mg = Manganese, Zn = Zinc, Cu = Copper, B = Boron.

جدول۶- مقایسه میانگین اثر متقابل پایه × رقم بر غلظت عناصر غذایی برگ دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد درخراسان رضوی

Table 6. Mean comparison of rootstock × cultivar interaction effect on nutrient concentration in leaf of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

				mg kg^{-1} میلی گرم در کیلوگرم									
پایه Rootstock	Cultivar	رقم	درصد نیتروژن N (%)	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیوم Mn	سدیم Na	کلر Cl	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	بور B	نسبت سدیم به پتاسیم Na: K ratio
اکبری Akbari	Akbari	اکبری	2.18bc	0.126b	1.28bc	1.98de	0.75a	0.080e	0.86c	129.5a	40.0a	22.0de	6.83bc	295.5cde	0.065cd
	Barg Siah	برگ سیاه	2.07cd	0.124b	1.21c	2.30ab	0.69ab	0.081e	1.24a	108.8d	32.5d	26.75a	6.50cd	276.0e	0.067cd
بادامی سفید Badami Sefid	Akbari	اکبری	2.23bc	0.132ab	1.33abc	2.40a	0.70ab	0.081e	1.01bc	130.8a	40.0a	22.25cd	5.75d	297.5cd	0.061d
	Barg Siah	برگ سیاه	2.17bc	0.122b	1.22c	1.92ef	0.67bc	0.244a	1.10ab	128.0a	35.0cd	20.25e	7.50b	318.3b	0.214a
بادامی زرند Badami Zarand	Akbari	اکبری	2.47a	0.144a	1.28bc	2.40a	0.69ab	0.096cde	1.18ab	111.5cd	38.75abc	23.75bcd	6.25cd	337.8a	0.074bc
	Barg Siah	برگ سیاه	2.19bc	0.128ab	1.42ab	2.11cd	0.64bc	0.119b	1.12ab	117.8bc	35.67bcd	22.0de	6.16cd	302.2bc	0.084b
برگ سیاه Barg Siah	Akbari	اکبری	2.31b	0.128ab	1.25c	1.90ef	0.71ab	0.099cd	1.21ab	122.7ab	39.67ab	23.17bcd	6.33cd	304.2bc	0.081b
	Barg Siah	برگ سیاه	2.13bc	0.122b	1.34abc	1.85ef	0.65bc	0.096cde	1.03bc	116.2bcd	35.0cd	27.83a	7.00bc	239.5f	0.074bcd
کله قوچی Kaleghochi	Akbari	اکبری	2.19bc	0.133ab	1.35abc	2.22bc	0.64bc	0.101cd	1.11ab	128.0a	39.5ab	22.5cd	6.50cd	280.5de	0.074bcd
	Barg Siah	برگ سیاه	1.94d	0.130ab	1.32abc	1.81f	0.59c	0.107bc	1.15ab	129.5a	35.0cd	24.42b	8.50a	237.0f	0.084b
سرخس Sarakhs	Akbari	اکبری	2.28b	0.136ab	1.36abc	2.40a	0.68ab	0.086de	1.13ab	127.2a	39.33ab	24.0bc	7.83ab	290.5cde	0.065cd
	Barg Siah	برگ سیاه	1.95d	0.133ab	1.45a	1.86ef	0.59c	0.111bc	1.07ab	123.3ab	34.0d	24.0bc	7.66ab	221.2f	0.075bc

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels using Duncan's Multiple Range Test.

N = Nitrogen, P = Phosphorous, K = Potassium, Ca = Calcium, Mg = Magnesium, Na = Sodium, Cl = Chlorine, Fe = Iron, Mg = Manganese, Zn = Zinc, Cu = Copper, B = Boron.

مناطق پسته کاری استان خراسان رضوی بود.

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر متقابل پایه × رقم (ترکیب پیوندی) بر غلظت عناصر پر مصرف در برگ معنی‌دار نشد، اما بر غلظت عناصر وابسته به شوری شامل سدیم، کلر، و نسبت سدیم به پتاسیم و نیز عناصر ریزمغذی (بجز منگنز) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم اکبری پیوند شده روی پایه‌های بادامی سفید و اکبری کمترین نسبت سدیم به پتاسیم را داشت و بر عکس رقم برگ‌سیاه پیوند شده روی پایه بادامی سفید بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم را نشان داد (جدول ۶). عناصر وابسته به شوری و نسبت سدیم به پتاسیم از شاخص‌های مهم ارزیابی تحمل به شوری به حساب می‌آید (Jalili Marandi, 2010; Adish *et al*, 2010). هر چه نسبت سدیم به پتاسیم کمتر باشد تحمل به شوری بیشتر است (Abtahi, 2001; Ferguson and Haviland, 2016). در مجموع تحمل به شوری یکی از معیارهای اصلی انتخاب پایه برای احداث باغ های پسته در شرایط شور است (Esmail pour *et al*., 2021; Sherafati *et al*., 2013).

میوه‌دهی و عملکرد

درصد جوانه گل ریزش‌کرده در سال اول (On) برابر با ۵۴/۳۰ درصد از کل جوانه‌های تشکیل شده بود و در سال دوم این عدد برابر با ۱۷/۴۴ درصد بود (جدول ۷). یکی از دلایل اصلی ریزش جوانه گل، رقابت برای عناصر غذایی توسط میوه در حال پر شدن با جوانه گل است (Talaei *et al*., 2010). یکی از صفات مهم مربوط به عملکرد درصد میوه پوک است. در این پژوهش درصد میوه پوک در سال اول (On) برابر با ۹/۸۵ و در سال دوم (Off) برابر با ۱۶ درصد بود (جدول ۷) که با نتایج شرافتی وهمکاران (Sherafati *et al*., 2013) و رجب زاده و همکاران (Rajabzadeh *et al*., 2014) همخوانی داشت. وزن پسته‌تر و اونس در سال اول بیشتر از سال دوم بود (جدول ۷) که با نتایج محققان مطابقت داشت (Sherafati *et al*., 2013; Rajabzadeh *et al*., 2014). عملکرد در سال اول در حدود ۳۰ درصد بیشتر از سال دوم بود (جدول ۷).

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر پایه بر صفات مربوط به میوه‌دهی شامل تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی، درصد جوانه گل ریزش کرده، تعداد پسته در خوشه، وزن تر میوه، درصد پوکی میوه، درصد پوست سبز میوه، اونس و عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). نوع پایه اثر معنی‌داری بر تعداد جوانه گل در شاخه داشت به‌طوری‌که پایه سرخس با تعداد ۴/۶۸ و پایه بادامی سفید با ۳/۵۱ تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را بر تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی داشتند (جدول ۸). دو پایه برگ سیاه و بادامی زرند با ۱/۷۷ و ۰/۹۷۵ تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی به‌ترتیب بیشترین و

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر سال بر صفات میوه دهی و عملکرد تر دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد در خراسان رضوی

Table 7. Mean comparison of the effect of year on bearing traits and fresh yield of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

سال Year	تعداد جوانه گل روی شاخه انتهایی No. of flower buds on terminal shoot	درصد جوانه گل ریزش کرده در شاخه انتهایی Flower bud abscission in terminal shoot (%)	عملکرد تر (کیلوگرم در درخت) Fresh yield (kg tree^{-1})	تعداد پسته در خوشه No. of nuts in cluster	وزن یک دانه پسته تر (گرم) Fresh weight of one pistachionut (g)	درصد پوکی Blank nut (%)	درصد پوست سبز Green hull (%)	درصد ضایعات خوشه Cluster waste (%)	درصد مغز Kernel (%)	درصد خندانی Shell splitting (%)	اونس Ounce
2020	4.369a	54.30a	7.856a	10.181b	3.06a	9.856b	40.142b	5.728	56.942a	94.321b	22.361b
2021	3.764b	17.64b	5.479b	21.625a	2.45b	16.00a	41.573a	5.881	55.513b	97.639a	28.097a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan's Multiple Range Test.

جدول۸- مقایسه میانگین اثر پایه بر صفات میوه دهی دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد در خراسان رضوی

Table 8. Mean comparison of the effect of rootstock on bearing of two pistachio cultivar grafted on six pistachio rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

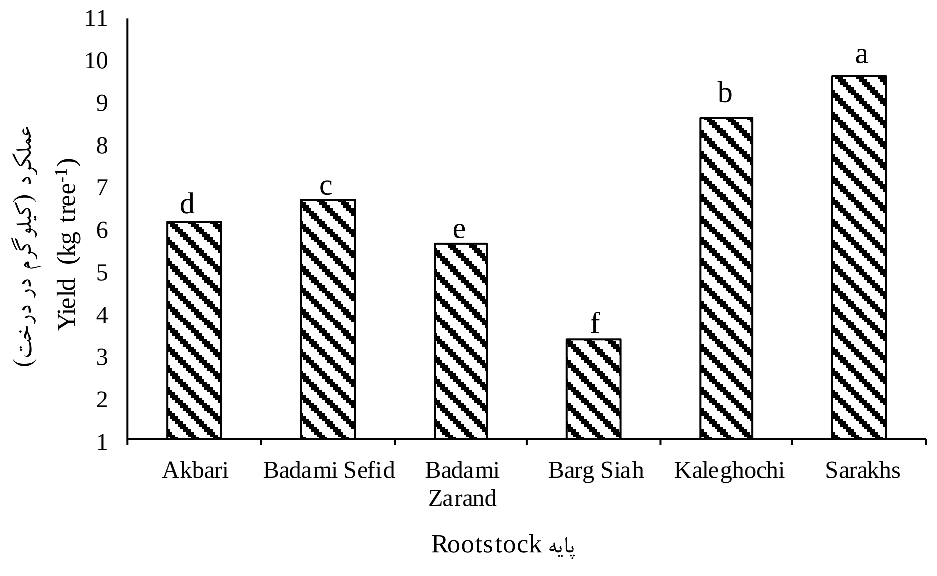
Rootstock	پایه	تعداد جوانه گل روی شاخه انتهایی No. of flower bud on terminal shoot	درصد جوانه گل ریزش کرده در شاخه انتهایی Flower bud abscission in terminal shoot (%)	تعداد پسته در خوشه No. of nuts in cluster	وزن یک دانه پسته تر (گرم) Fresh weight of one pistachio nut (g)	درصد پوکی Blank nut (%)	درصد پوست سبز Green hull (%)	درصد ضایعات خوشه Cluster waste (%)	درصد مغز Kernel (%)	درصد خندانی Shell splitting (%)	اونس Ounce
Akbari	اکبری	4.150bc	35.14ab	17.68a	2.703b	13.06bc	40.55b	5.455	56.98	94.85	26.17a
Badami Sefid	بادامی سفید	3.517d	27.96b	17.38a	2.749b	10.66d	40.27b	6.206	56.01	96.60	24.88b
Badami Zarand	بادامی زرند	3.667cd	42.04a	15.22b	2.673b	12.89bc	40.92b	5.542	57.28	96.29	25.88a
Barg Siah	برگ سیاه	4.033bc	39.60a	14.82b	2.661b	15.02a	39.95b	6.191	55.81	95.48	26.08a
Kaleghochi	کله قوچی	4.350ab	40.19a	15.46b	2.789b	11.79cd	42.31a	5.535	55.80	96.37	24.79b
Sarakhs	سرخس	4.683a	30.30b	14.87b	2.982a	14.17ab	41.14b	5.897	55.49	96.28	23.58c

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan's Multiple Range Test.

کمترین تأثیر را بر ریزش جوانه گل در شاخه انتهایی داشتند (جدول ۸). شرافتی و همکاران (Sherafati *et al*.,2023) گزارش کردند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد جوانه گل ریزش‌کرده و عملکرد وجود داشت. بنابراین هر پایه‌ای که ریزش جوانه گل را کاهش دهد موجب افزایش عملکرد می شود.

دو پایه اکبری و بادامی سفید دارای بیشترین تأثیر بر تعداد میوه در خوشه بودند و پایه برگ‌سیاه کمترین تاثیر را داشت (جدول ۸). درصد پوکی دانه در پایه برگ سیاه ۱۵/۰۲ درصد بیشترین و در پایه بادامی‌سفید با ۱۰/۶۶ درصدکمترین مقدار بود. پوکی دانه یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر کاهش عملکرد پسته است (Polito, 1999). مطالعات متعددی در خصوص تأثیر نوع رقم بر درصد پوکی میوه پسته انجام شده است (Sherafati *et al*. 2013; Najafi and Taheri, 2015)، اما به نقش ارقام پسته، به‌عنوان پایه، بر درصد میوه پوک کمتر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در مجموع پایه سرخس با ۹/۵۸ کیلوگرم در درخت دارای بیشترین و پایه برگ‌سیاه با ۳/۳۳ کیلوگرم در درخت کمترین تأثیر را بر عملکرد داشتند (شکل۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پایه بر عملکرد تر دورقم پسته پیوند شده بر روی شش پایه. میانگین هایی (ستون هایی) که دارای حرف مشابه نیستند بر اساس آزمون چند دامه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد درای تفاوت معنی دار می باشند

Fig. 3. Mean comparison for the effect of rootstock on fresh yield of two pistachio cultivars grafted on six rootstock. Means (Columns) with similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test

اسماعیل‌پور (Esmail Pour,2000) گزارش گردند که از سایر گونه‌های جنس پسته مثل پایه بنه (*P. mutica* L.) میتوان به عنوان پایه استفاده کرد. پایه بنه در مقایسه با پایه پسته اهلی دارای عملکرد کمتری بود. رقم احمدآقایی بر روی این پایه دارای بیشترین عملکرد و رقم کله‌قوچی کمترین محصول را داشت (Esmail Pour,2000). اندازه میوه‌های تولیدشده روی پایه بنه نسبت به سایر پایه‌ها کوچک‌تر بود. نوع پایه، روی اندازه پسته (اونس دانه) نیز اثر داشت. ارقام مختلف روی پایه بادامی، بیشترین اونس و روی پایه بنه کمترین اونس را داشتند. همچنین عملکرد تر و خشک در پایۀهای سرخس و بنه کمتر از پایه‌های متعلق به گونه اهلی پسته (*P.vera* L.) بود(Esmail Pour, 2000)که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی نداشت. این تفاوت احتمالاً به‌دلیل تفاوت در محیط های اجرای آزمایش از قبیل شوری آب و خاک و غیره بود.

از پیوند رقم پسته کرمان بر روی پنج پایه تربینتوس، آتلانتیکا و اینتگریما، PG11 و UCBI بیشترین عملکرد متعلق به پایه UCBI و کمترین آن از پایه آتلانتیکا بدست آمد (Ulusarac and Karaca, 1995). علیپور و رضوی نسب (Alipour and Razavi Nasab, 2020) اثر پایه بر علظت عناصر غذایی برگ و عملکرد در شش رقم پسته کله‌قوچی، رضایی زودرس، فندقی، فروتنی، اکبری و احمدآقایی را بررسی کردند و نشان دادندکه پایه کشت بافتی بادامی زرند و رقم احمد آقایی در شرایط اقلیمی کرمان بیشترین و اقتصادی‌ترین عملکرد را داشتند.

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر رقم بر تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی، وزن تر میوه، درصد پوکی میوه، درصد پوست سبز میوه، درصد درصد ضایعات چوب خوشه، اونس، درصد مغز، درصد خندانی و عملکرد در سطح احتمال یک درصد و بر درصد جوانه گل ریزش‌کرده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). عملکرد و وزن یک دانه پسته تر در رقم اکبری به‌ترتیب با ۷/۸۴۰ کیلوگرم در درخت و ۲/۸۷ گرم نسبت به رقم برگ سیاه بالاتر بود (جدول ۹). لیکن درصد مغز، درصد خندانی و اونس پسته به‌ترتیب با ۵/۸ درصد، ۳/۱۳ درصد و ۳/۰۱ به صورت معنی‌دار در رقم برگ‌سیاه بیشترین بود.

به منظور انتخاب ارقام سازگار با شرایط اقلیمی خراسان رضوی پژوهشی در ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد استان خراسان رضوی به مدت سه سال (۱۳۸۵-۱۳۸۷) با دوازده رقم پسته بادامی‌سفید، پسته قرمز، برگ‌سیاه، دانشمندی، پسته‌گرمه، اکبری، کله قوچی، اوحدی، خنجری، عباسعلی، شاه‌پسند و ممتاز انجام شد (Sherafati *et al*., 2013). نتایج نشان داد که اثر سال، رقم و اثر متقابل سال× رقم بر کلیه صفات میوه‌دهی در سطح احتمال یک

درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد جوانه گل در هر شاخه در ارقام برگ‌سیاه و اکبری و کمترین در رقم پسته گرمه به‌دست آمد. رقم بادامی‌سفید با ۲۰ میوه و رقم عباسعلی با هفت میوه در خوشه به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد میوه در خوشه را داشتند و تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین آن ها وجود داشت. بیشترین درصد میوه پوک حدود ۲۴ درصد و کمترین ۷/۴ درصد به‌ترتیب در رقم بادامی سفید و عباسعلی گزارش شد. پسته گرمه و پسته قرمز با ۳۲ و ۳۰ دانه در یک اُنس ریزترین و کله قوچی و دانشمندی با ۱۸ میوه در انس، درشت‌ترین میوه را داشتند و رقم شاه‌پسند با ۱۴/۸درصد بیشترین عارضه زودخندانی را نشان داد (Sherafati *et al*., 2013). در مجموع ارقام ممتاز، شاه‌پسند و خنجری سازگاری مناسبی نداشتند و ارقام بادامی‌سفید، اکبری و پسته‌گرمه از سازگاری بیشتری برخوردار بودند (Sherafati *et al*., 2013).

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر متقابل پایه × رقم (ترکیب پیوندی) بر صفات میوه شامل درصد پوکی، درصد پوست سبز و عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود(جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم اکبری پیوند شده روی پایه کله قوچی با ۴/۵۱۷ جوانه گل در شاخه انتهایی بیشترین تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی را در میان سایر ترکیبات پیوندی داشت (جدول ۱۰). از سوی دیگر بیشترین تعداد جوانه گل ریزش کرده مربوط به رقم اکبری پیوند شده روی پایه برگ‌سیاه بود. بیشترین تعداد پسته در خوشه از رقم برگ‌سیاه پیوند شده بر روی پایه سرخس بدست آمد و رقم اکبری روی پایه سرخس کمترین تعداد پسته در خوشه را داشت (جدول ۱۰). در مجموع رقم اکبری پیوند شده روی پایه سرخس با ۱۱/۹۲ کیلوگرم در درخت بیشترین عملکرد و رقم برگ‌سیاه روی پایه برگ‌سیاه با ۲/۹۱۷ کیلوگرم دردرخت کمترین عملکرد را داشتند (جدول۱۰).

پایه به‌عنوان ریشه و بخشی از ساقه در جذب آب و عناصر غذایی، تحمل به انواع تنش‌های غیرزیستی(خشکی و شوری) و تنش‌های زیستی(بیماری‌ها) و در نهایت عملکرد نقش اصلی دارد (Ferguson and Haviland, 2016). نظر به این‌که بخش‌های وسیعی از مناطق پسته‌خیز کشور دچار تنش شوری آب و خاک هستند (Sherafati, Abtahi, 2001; 2013) و این موضوع سبب کاهش شدید عملکرد باغات پسته شده است، این پژوهش در شرایط طبیعی آب و خاک شور اجرا شد (جداول ۱ و۲). بنابراین پایه‌هایی که در این شرایط عناصر غذایی ضروری را بیشتر، و عناصر موثر در شوری شامل سدیم و کلر را کمتر از خاک جذب کنند مرود نظر بوده وتأثیر بیشتری بر رشد و عملکرد خواهند داشت و به‌عنوان پایه مناسب انتخاب می‌شوند (Sherafati *et al*.,2022).

جدول ۹- مقایسه میانگین میوه دهی و عملکرد تر دو رقم پسته پیوند شده بر روی شش پایه در شرایط اقلیمی فیض آباد درخراسان رضوی

Table 9. Mean comparison of bearing traits and fresh yield of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

Cultivar	رقم	تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی No. of flower bud on terminal shoot	درصد جوانه گل ریزش کرده در شاخه انتهایی Flower bud abscission in terminal shoot (%)	عملکرد تر Fresh yield (Kg $tree^{-1}$)	تعداد پسته در خوشه No. of nuts in cluster	وزن یک دانه پسته تر (گرم) Fresh weight of one Pistachio nut (g)	درصد پوکی Blank nut (%)	درصد پوست سبز Green hull (%)	درصد ضایعات خوشه Cluster waste (%)	درصد مغز Kernel (%)	درصد خندانی Shell splitting (%)	اونس Ounce
Akbari	رقم اکبری	4.108	38.65	7.840a	15.722	2.87a	16.785a	40.239b	5.145b	53.331b	94.414b	23.681b
Barg Siah	رقم برگ سیاه	4.025	33.09	5.494b	16.083	2.64b	9.077b	41.476a	6.464a	59.124a	97.545a	26.778a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل پایه × رقم بر صفات میوه دهی و عملکرد تر دو رقم پسته پیوند شده روی شش پایه در شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد درخراسان رضوی

Table 10. Mean comparison of rootstock × cultivar interaction effect on bearing traits and fresh yield of two pistachio cultivars grafted on six rootstocks under climatic conditions of Feizabad pistachio research station in Khorasan-e-Razavi

پایه Rootstock	Cultivar	رقم	تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی No. of flower bud on terminal shoot	درصد جوانه گل ریزش کرده در شاخه انتهایی Flower bud abscission in terminal shoot (%)	عملکرد تر Fresh yield (kg tree^{-1})	تعداد پسته در خوشه No. of nuts in cluster	وزن یک دانه پسته تر (گرم) Fresh weight of one Pistachio Nut (g)	درصد پوکی Blank nut (%)	درصد پوست سبز Green hull (%)	درصد ضایعات خوشه Cluster waste (%)	درصد مغز Kernel (%)	درصد خندانی Shell splitting (%)	اونس Ounce
اکبری	Akbari	اکبری	3.90bcd	44.27a	6.500ef	17.30a	2.763bc	18.92ab	40.22cd	5.05de	53.71b	91.34b	25.00cde
Akbari	Barg Siah	برگ سیاه	4.40ab	26.02de	5.833f	18.07a	2.643cd	7.197f	40.88bcd	5.860bcd	60.25a	98.37a	27.33a
بادامی سفید	Akbari	اکبری	3.567cd	31.0bcde	8.708bc	16.87ab	2.851b	11.78d	40.50bcd	5.710bcde	53.54b	95.02ab	23.83ef
Badami Sefid	Barg Siah	برگ سیاه	3.467cd	24.92e	4.633g	17.88a	2.647cd	9.537e	40.04d	6.702ab	58.48a	98.18a	25.92bc
بادامی زرند	Akbari	اکبری	3.283d	43.68a	6.917de	15.63bc	2.796bc	17.66bc	40.27cd	4.822e	54.35b	96.75ab	24.25de
Badami Zarand	Barg Siah	برگ سیاه	4.050bc	40.40ab	4.333gh	14.80cd	2.550d	8.123ef	41.58bc	6.262abc	60.22a	95.83ab	27.50a
برگ سیاه	Akbari	اکبری	4.433ab	43.44a	3.750h	15.38cd	2.808bc	20.06a	39.65d	5.400cde	53.10b	93.21ab	24.33de
Barg Siah	Barg Siah	برگ سیاه	3.633cd	35.76abcd	2.917i	14.25d	2.514d	9.975e	40.25cd	6.982a	58.52a	97.75a	27.83a
کله قوچی	Akbari	اکبری	4.517ab	37.44abc	9.250b	14.92cd	2.948ab	16.02c	40.24cd	4.807e	53.38b	94.04ab	22.83fg
Kaleghochi	Barg Siah	برگ سیاه	4.183bc	42.94a	8.000c	16.00bc	2.630cd	7.570f	44.38a	6.263abc	58.21a	98.34a	26.75ab
سرخس	Akbari	اکبری	4.950a	32.10bcde	11.92a	14.23d	3.111a	16.27c	40.55bcd	5.080de	51.91b	95.77ab	21.83g
Sarakhs	Barg Siah	برگ سیاه	4.417ab	28.51cde	7.250d	14.50cd	2.854b	12.06d	41.73b	6.713ab	59.07a	96.80ab	25.33cd

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability levels-using Duncan’s Multiple Range Test.

در تعیین مقاومت به شوری، شاخص‌های متعددی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که با توجه به اهمیت نسبت سدیم به پتاسیم برگ و نقش آن در حساسیت به شوری و کاهش عملکرد بیشتر مورد نظر پژوهشگران است (Jalili Marandi, 2010). رقم اکبری پیوند شده روی پایه‌های سرخس، کله‌قوچی و بادامی سفید به‌ترتیب از کمترین نسبت سدیم به پتاسیم و بیشترین عملکرد برخوردار بودند (جدول۶). نسبت سدیم به پتاسیم در برخی پایه‌ها همانند بادامی‌سفید در مقایسه با سایر پایه‌های مورد مطالعه بالاتر بود. چنانچه از این پایه‌ها برای کاشت، بویژه در شرایط آب و خاک شور، استفاده شود باید نسبت به تأمین پتاسیم لازم برای کاهش اثر سدیم توجه گرد، و در مقایسه با سایر پایه‌ها همانند کله قوچی و سرخس، در برنامه تغذیه به غلظت پتاسیم خاک توجه کافی مبذول شود تا پتاسیم از جذب بیشتر سدیم در این پایه جلوگیری کند.

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پایه بادامی سفید با ۰/۱۳۸ بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم برگ را داشت (جدول ۴). در ضمن پیوند رقم برگ سیاه روی پایه بادامی سفید نیز با ۰/۲۱۴ بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم را به خود اختصاص داد (جدول ۶). سپاسخواه و مفتون (Sepaskhah and Maftoun, 1988) گزارش کردند که در شرایط گلخانه از سه رقم کله قوچی، فندقی و بادامی، رقم بادامی به‌دلیل پایین بودن نسبت سدیم به پتاسیم از رشد بیشتری برخوردار بود، و بر عکس رقم فندقی به دلیل نسبت سدیم به پتاسیم بالا کمترین رشد را داشت.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از کارکنان ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد خراسان رضوی برای همکاری صمیمانه ای که در اجرای این پژوهش داشتند، سپاسگزاری می کنند..

References

Abtahi, A. 2001. Response of seedlings of two pistachio cultivars to quantity and composition of soil salinity under greenhouse conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 5 (1): 93-101 (in Persian).

Acton, Q. 2012. Carbonate-advances in research and application: 2012 Edition. Scholarly Editions, Atlanta, Georgia. 204 pp. https://books.google.com/books?id=G48ykKK1Ms0C&lpg=PP1&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

Adish, M., Fekri, M., and Hokmabadi, H. 2010. Response of Badami-Zarand pistachio rootstocks to salinity stress. International Journal of Nuts Science 1 (1): 1-11 (in Persian). DOI:10.22034/JON.2010.515761

Alipour, H., and Razavi Nasab, A. 2020. Investigation of qualitative characteristics, nutrient concentration and yield of six commercial pistachio cultivars on tissue culture of Badami-Zarand. Pistachio Science and Technology 4 (8): 1-16 (in Persian).

AK, B. E., and Turker, S. 2005. Effect of different Rootstocks on phonological stages and vegetative growth of some pistachio cultivars. Acta Horticulturae 726. IV International Symposium on Pistachios and Almonds. Tehran, Iran. DOI:10.17660/ActaHortic.2006.726.33.

Anonymous. 2022. Statistical Yearbook of Agriculture: Volume 3: Horticultural Products. Information Technology and Communication Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 328 pp. (in Persian).

Atli, H. S., and Kaska, N. 2001. Pistachio rootstocks breeding by crossing *Pistacia vera* and *Pistacia khinjuk*. Acta Horticulturae 591. 3rd International Symposium on Pistachios and Almonds. Zaragoza, Spain. DOI:10.17660/ActaHortic.2002.591.9

Barone, E., Sottile, F., Palazzolo E., and Caruso, T. 1998. Effect of rootstock on trunk growth and foliar mineral content in cv. 'Bianca' pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Acta Horticulturae 470: 394-401. DOI:10.17660/ActaHortic.1998.470.54

Berger, K. 1949. Boron in soils and crops. Advances in Agronomy 1: 321–351.

Bolandnazar, S., Grigorian, V., and Shirzad, A. 2009. Assessment of the adaptability of some pistachio cultivars in Azarshahr Region of Iran. Acta Horticulturae 912. Proceedings of the 5th Symposium on Pistachios and Almonds. October 6-10, Sanliurfa, Turkey. DOI:10.17660/ActaHortic.2011.912.61

Esmail Pour, A. 2000. Investigation of the effects of pistachio rootstocks and scion. Research Project Final Report. Registered no. 80/213. Pistachio Research Institute. Rafsanjan, Iran. 36 pp. (in Persian).

Esmail Pour, A., Emami, S. Y., Basirat, M., Tajabadipour, A., Hosseinifard, S. J., Haghdel, M., Hokmabadi, H., Shaker Ardakani, A., Sedaghat, R., Sedaghati, N., Alavi, S. H., Mohamadi, A. H., and Hashemirad, H. 2020. Iranian Pistachios. Education and Agricultural Extension Press. 368 pp. (in Persian).

Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Soil and Water Research Institute, Technical Publication No. 982. Tehran, Iran, 128 pp. (in Persian)

Ferguson, L. 1995. Pistachio production. Center of Fruit and Nut Crop Research and Information. Department of Pomology, University of California. 2037 Wickson Hall. Davis, CA95616, USA. 160 pp.

Ferguson, L., and Haviland, D. R. 2016. Pistachio production Manual. University of California- Agriculture and Natural Resources. 334 pp.

Jalili Marandi, R. 2010. Physiology of environmental stresses and resistance mechanisms in horticultural plants (fruit trees, vegetables, ornamental and medicinal plants). West Azarbayjan Jihad-e- Daneshghahi publication. Urumieh, Iran. (in Persian). 1305 pp.

Keren, R. 1996. Boron. pp. 603-626. In: Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., and Leoppert, R. H. (eds.) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. Madison, WI.

Manteghi, N. 1968. Full description of decomposition methods on soil and water samples. Soil and Water Institute of Iran. Technical Publication 168: 98-116 (in Persian).

Mulder, D. 1954. Les elements mineurs en culture fruitiere. Convegno Nazionale Fruitticoltura: 118-98. Frenc: Montana de Saint Vincent.

Nable R. O., Bañuelos G. S., and Paull, J. G. 1997. Boron toxicity. Plant and Soil 193: 181-198. DOI: 10.1023/A:1004272227886.

Najafi, M., and Taheri, M. 2015. Phenological and pomological characteristics of five pistachio cultivars in Mahneshan, Zanjan. Seed and Plant Improvement Journal 31 (4): 565-580 (in Persian). DOI:10.22092/spij.2017.111276.

Naghshineh Pour, B. 1989. Fundamentals of soil science: Soil fertility aspects. Volume 2: Publication No. 114/30. Shahid Chamran University of Ahvaz Publication, Ahwaz, Iran. 270 pp. (in Persian).

Polito, V. S. 1999. Seed lessness and parthenocarpy in *P. vera* L. (*Anacardiaceae*): Temporal changes in patterns of vascular transport to ovules. Annals of Botany 83 (4): 363-368. DOI:10.1006/anbo.1998.0830.

Rajabzadeh, M., Vezvaei, A., Ebadi, A., and Panahi, B. 2014. Fruit set patterns as related to ovary development in four commercial pistachio cultivars. Iranian Journal of Horticultural Science 44 (4): 461-468 (in Persian). DOI:10.22059/IJHS.2013.50370

Ryan, J., Estefan G., and Rashid, A. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. 2nd edition. International Center for Agriculture Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria. 172 pp.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Agricultural handbook no. 60. United State Department of Agriculture. Washington DC.160 pp.

Sepaskhah, A. R., and Maftoun, M. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. Journal of Horticultural Science 63 (1): 157-162. DOI:10.1080/14620316.1988.11515841

Sherafati, A. 2013. Pistachio cultivation in saline soil. Education and Agricultural Promotion Press. 118 pp. (in Persian).

Sherafati, A., Arzani, K., and Ramzani Moghadam, M. R. 2013. Assessment of flowering and bearing of twelve pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars under Khorasan environmental conditions. Seed and Plant Journal 29 (2): 243-256 (in Persian). DOI:10.22092/SPIJ.2017.111155

Sherafati, A., Eskandari Torbaghan, M., and Hasheminasab, H. 2022. The ability of new pistachio (*Pistacia vera* L.) genotypes seedlings to absorb nutrients from soil under saline conditions. Journal of Research in Horticultural Science. 1 (1):135-152 (in Persian). DOI:10.22092/RHSJ.2022.128462

Sherafati, A., and Hokmabadi, H. 2015. Effect of some pistachio rootstocks on nutrients uptake of two pistachio cultivars (Akbari and Barg Siah). Pistachio Science and Technology 1 (1): 32-43 (in Persian).

Sherafati, A., Taherian, M., and Hasheminasab, H. 2023. The study of vegetative and bearing characteristics of promising pistachio (*Pistacia vera* L.) genotypes in the climatic conditions of Khorasan Razavi. Pistachio Science and Technology 7 (12): 42-71 (in Persian).

Tabatabaei, S. J. 2013. Principles of mineral nutrition of plants. Tabriz University Publication. Tabriz, Iran. 562 pp. (in Persian).

Talaei, A. R., Esmaeili Zadeh, M., Lesani, H., Javanshah, A., and Hokmabadi, H. 2010. Effect of shoot girdling, fruit thinning, urea, zinc sulfate and sucrose application on inflorescence bud retention in pistachio cv. ‘Ohadi’. Iranian. Journal of Horticultural Science 41 (3): 265-274 (in Persian). DOI: 20.1001.1.2008482.1389.41.3.5.3 (in Persian).

Tavallali, V., and Rahemi, M. 2007. Effects of rootstock on nutrient acquisition by quality of pistachio (*Pistacia vera* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 2 (3): 240-246.

Ulusarac, A., and Karaca, R. 1995. Rootstocks selection for pistachio nut (*P. vera* L.) varieties. Acta Horticulturae: 419: 293-298. DOI:10.17660/ActaHortic.1995.419.48.

Effect of Rootstock on Leaf Nutrients Concentration and Yield of Two Pistachio (*Pistachio vera* L.) Cultivars Akbari and Barg Siah

A. Sherafati[1] and M. Eskandari Torbaghan[2*]

1. Researcher, Field and Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.
2. Researcher, Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.

ABSTRACT

Sherafati, A., and Eskandari Torbaghan, M. 2022. Effect of rootstock on leaf nutrients concentration and yield of two pistachio (*Pestacio vera* L.) cultivars Akbari and Barg Siah**. Seed and Plant 38:473-496 (in Persian).**

Selection of suitable pistachio rootstock and compatible cultivar are the fundamentals for establishing a pistachio orchard. The aim of this research was to investigate the effect of *Pistacia vera* L. rootstocks on leaf nutrients concentration and yield of two pistachio cultivars. The rootstocks included; Akbari, Badami Sefid, Badami Zarand, Barg Siah, Kaleghochi, and Sarakhs, and two pistachio cultivars; Akbari and Barg Siah were evaluated as factorial split-plot arrangements in randomized complete block design with three replications in Feizabad pistachio research station in 2020-2021. Results showed that rootstock had significant ($P<0.01$) effect on the concentration of leaf nitrogen, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and boron. Sarakhs rootstock caused the highest leaf copper concentration and the lowest boron concentration. Also, Akbari and Sarakhs rootstocks had the lowest Na: K ratio with 0.063 and 0.069, respectively. Badami Sefid rootstock had the highest Na: K ratio with 0.126. Akbari cultivar grafted on Barg Siah rootstock had the highest leaf boron concentration (337.8 mg kg^{-1}), and cv. Akbari grafted on Sarakhs rootstock showed the lowest leaf boron concentration (221.2 mg kg^{-1}). Sarakhs and Barg Siah rootstocks with 9.58 and 3.33 kg $tree^{-1}$, respectively, had the highest and lowest effect on fresh yield. Furthermore, cv. Akbari grafted on Sarakhs rootstock had the highest number of flower buds on terminal shoot, and the highest fresh yield with 11.92 kg $tree^{-1}$. In conclusion, cv. Akbari grafted on Sarakhs rootstock was identified as the most efficient rootstock-scion combination.

Keywords: Pistachio, cv. Akbari, boron, manganese, phosphorus, potassium.

***Corresponding author:** mehrnoosh.eskandary@gmail.com **Tel.:** +985155227088

Received: 01 November 2022
Accepted: 30 December 2022